

Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 132 (2012)

Artikel: De la forêt au village sur le littoral neuchâtelois : dendro-archéologie des pieux de Bevaix/Sud (Neuchâtel, Suisse, 1009 à 952 av. J.-C.)
Autor: Langenegger, Fabien
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-835883>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

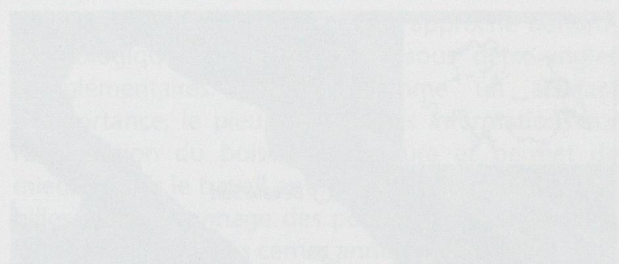
Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le dernier se concentre sur l'intégration de Bevaix/Sud dans l'évolution de littoral au Bronze final.



DE LA FORÊT AU VILLAGE SUR LE LITTORAL NEUCHÂTELOIS. DENDRO-ARCHÉOLOGIE DES PIEUX DE BEVAIX/SUD (NEUCHÂTEL, SUISSE, 1009 À 952 AV. J.-C)

Fabien LANGENEGGER

Office et Musée d'archéologie de Neuchâtel

Résumé

La baie de Bevaix, située sur la rive nord du lac de Neuchâtel, contient un ensemble remarquable de villages datés du Bronze final. Le site le plus au large, Bevaix/Sud, immergé sous trois à quatre mètres d'eau, a été intégralement fouillé entre 2004 et 2007. L'étude dendro-archéologique comprend trois volets. Le premier concerne la restitution de l'architecture au sol du village depuis l'abattage du premier chêne sessile en 1011 av. J.-C. jusqu'à l'abandon du village soixante ans plus tard. Le second se penche sur une méthode destinée à assembler les produits de refente, de manière à retrouver les pieux provenant d'un même arbre. Le but de ce travail est de collecter des informations sur la gestion du bois d'œuvre. Le dernier point traite de l'intégration du village dans l'évolution de l'habitat au Bronze final le long du littoral neuchâtelois. Cette approche dendro-archéologique met en évidence les rapports qui unissaient Bevaix/Sud à d'autres villages contemporains. Les travaux de construction, d'extension ou d'entretien des maisons et des palissades se déroulent parfois de concert d'une baie à l'autre. Les connaissances acquises lors de l'étude dendrochronologique des villages de la baie de Bevaix a permis de mettre au point un modèle théorique d'occupation des baies à l'âge du Bronze final palafittique.

Abstract

Several Late Bronze Age villages have been documented in the bay of Bevaix on the north shore of Lake Neuchâtel. Between 2004 and 2007 the site of Bevaix/Sud, located farthest offshore and three to four meters below the surface of the water, was entirely excavated. The dendroarchaeological study of the site is divided into three parts, the first of which deals with the reconstruction of the architectural plan of the village, beginning with the felling of the first sessile oak in 1011 BC up to the abandonment sixty years later. The second part focuses on a method used to detect piles split from the same tree. The aim of this research is to collect information about forest management regarding the harvesting of trees for timber. The final chapter discusses the significance of Bevaix/Sud in the development of the Late Bronze Age pile dwellings on the north shore of Lake Neuchâtel. This dendroarchaeological approach illustrates the relationship between Bevaix/Sud and other contemporary villages. At times construction, extension or maintenance work on houses and fences took place simultaneously in several bays. The knowledge gained from the dendrochronological study of the Bevaix lake dwellings enabled us to elaborate a theoretical model of the human occupation of the bays during the Late Bronze Age.

Traduction Jeannette Kraese

Introduction

La baie de Bevaix (fig. 1), située sur la rive nord du lac de Neuchâtel, abrite un ensemble remarquable de villages datés du Bronze final (ARNOLD 2009, pp. 64-87). Le site le plus au large, Bevaix/Sud, immergé sous trois à quatre mètres d'eau et menacé par l'érosion, a été intégralement fouillé entre 2004 et 2007¹. Cette fouille subaquatique s'intègre dans une vaste recherche qui englobe toute la baie de Bevaix et son arrière-pays, largement documenté et étudié lors des fouilles de l'autoroute A5 (VON BURG 2004, pp. 13-28).

L'étude du matériel ligneux comprend trois volets. Le principal, dendrochronologique, concerne la restitution du plan au sol des structures et de leur évolution dans le temps. Le deuxième traite de la gestion du bois d'œuvre, avec une réflexion portée sur l'assemblage des produits de refente.

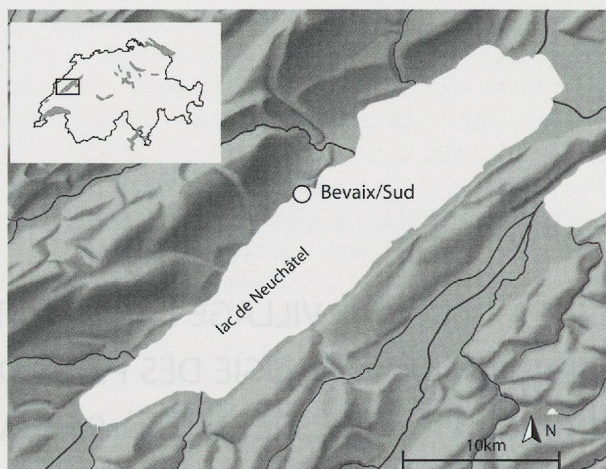


Figure 1. Situation géographique de la baie de Bevaix sur la rive nord du lac de Neuchâtel (toutes les infographies sont de l'auteur).

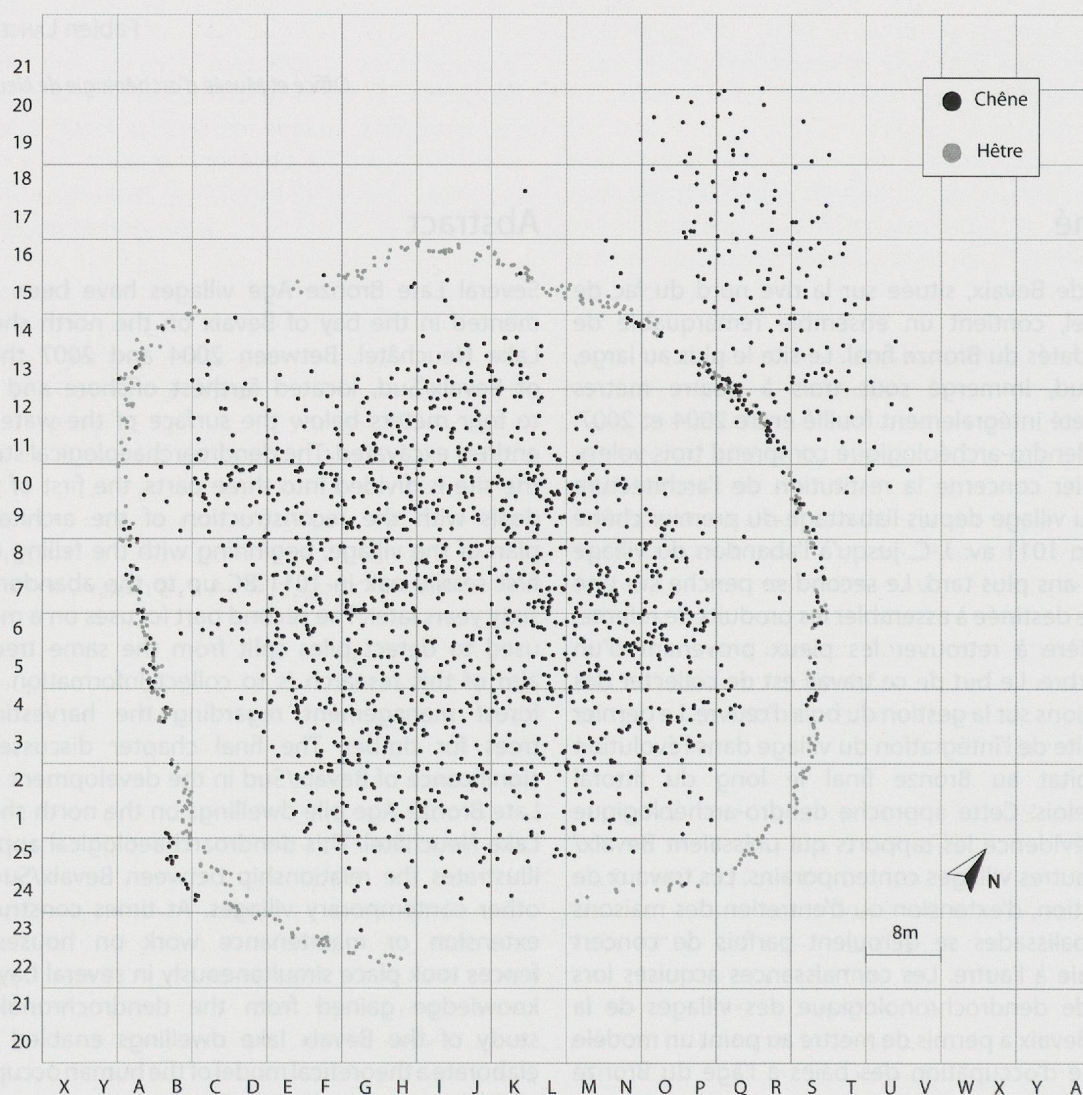


Figure 2. Bevaix/Sud. Le plan de répartition des pieux met en évidence l'utilisation ciblée des deux essences, le chêne (*Quercus* sp.) et le hêtre (*Fagus sylvatica*). Échelle : 1:1000.

Le dernier se concentre sur l'intégration de Bevaix/Sud dans l'évolution de l'habitat au Bronze final sur le littoral neuchâtelois. En outre, l'approche dendro-archéologique examine le bois sous deux angles complémentaires. Regardé comme un artefact d'importance, le pieu apporte des informations sur l'exploitation du bois d'architecture et permet de mieux cerner le travail entrepris lors du débitage des billes et du façonnage des pointes. Analysés sous la loupe binoculaire, les cernes annuels permettent de le replacer sur des référentiels locaux afin de le dater, de replacer l'arbre dans son environnement naturel, d'en extraire des informations sur sa croissance radiale et d'y déceler les éventuels signaux dus à une intervention anthropique majeure dans son milieu forestier. Un total de 250'000 cernes a été mesuré, représentant environ 2'000 séquences individuelles. À Bevaix/Sud, la construction des maisons sur pieux porteurs, relève uniquement du débitage de chênes sessiles (*Quercus petraea*) bicentenaires, voire tricentenaires pour les plus âgés. Forts de cet important corpus de données, une approche particulière du matériel ligneux a été élaborée en comparant les courbes individuelles dans le but d'identifier les bois provenant d'un même arbre. Dans un premier temps, la méthode de travail a été testée sur 600 échantillons de chênes modernes, issus de 23 placettes situées au pied du Jura neuchâtelois. La pertinence des résultats obtenus a permis de transposer ce procédé sur les prélèvements transversaux des pieux de la station de Bevaix/Sud et, ainsi, de déterminer le mode de distribution des bois depuis la forêt jusqu'au village. Cette étude dendro-archéologique tente de préciser les liens qui existaient entre le village, son terroir et les communautés voisines en compilant un maximum de données que seule une étude minutieuse des pieux peut apporter. Les nouvelles datations dendrochronologiques effectuées dans les différents villages de la baie de Bevaix, associées aux connaissances déjà acquises dans les autres stations du littoral neuchâtelois, ont permis de mettre au point un modèle théorique d'occupation des baies à l'âge du Bronze le long du littoral neuchâtelois.

Pour l'élaboration de ce travail, nous avons largement profité, d'une part, des observations réalisées dans le canton de Neuchâtel lors des fouilles de Cortaillod/Est (ARNOLD 1986, pp. 89-119), et d'autre part, du travail effectué sur la technologie et l'usage du bois à Hauterive/Champréveyres (PILLONEL 2007) qui a servi de base de référence pour l'établissement d'un protocole d'observations de terrain lors des opérations subaquatiques de Bevaix/Sud.

Restitution du plan au sol des structures architecturales

La documentation du champ de pieux

Le pilotis comprenait 2'118 pieux (fig. 2) en hêtre (*Fagus sylvatica*) ou en chêne (*Quercus sp.*), ce dernier dominant largement. Le hêtre a été employé uniquement pour la construction d'une palissade qui ceinturait entièrement le site. Tous ces bois ont bénéficié de la même documentation archéologique (fig. 3).

Après avoir procédé aux relevés nécessaires *in situ* (altimétries, positionnement en plan, pendage et orientation), les pieux ont été, dans la mesure du possible, prélevés intégralement à l'aide d'une grue hydraulique, afin d'étudier et quantifier au mieux les traces de travail, d'abrasions ou d'altérations présentes sur les pointes. Avec les trous de poteaux, ils ont été reportés sur un plan au 1/20^e. Des observations attentives de chaque bois ont été effectuées ainsi qu'une photographie de terrain et un dessin au 1/20^e. Une documentation photographique à l'échelle 1/1 avec toutes les traces de travail mises en évidence à la craie² a complété les nombreux clichés de détails. Ensuite, des prélèvements tangentiels des traces remarquables ont été effectués et conservés dans le dépôt visitable du Laténium, afin de compléter la collection de bois déjà présentée au public. La dernière opération a consisté à scier un prélèvement transversal pour l'étude dendrochronologique. Une fois la documentation terminée, quelques pointes de pieux ont été conservées soit par immersion dans le dépôt subaquatique du Laténium, soit par lyophilisation au laboratoire de restauration-conservation de l'Office et musée d'archéologie de Neuchâtel (OMAN).

L'évolution chronologique du village de Bevaix/Sud

À première vue, le plan d'ensemble des pieux peut paraître énigmatique (fig. 2). Les grandes lignes directrices de l'architecture du village ont été mises en évidence grâce à l'examen d'une photographie aérienne réalisée en 1982 (ARNOLD 1990, pp. 88-91). Une palissade ceinture entièrement le village, à l'exception de deux ouvertures visibles, la première en direction du large et la seconde donnant peut-être accès à un chemin sur l'arrière-pays. Les maisons sont groupées dans un espace quadrangulaire laissant une vaste aire de circulation entre les derniers pieux des maisons et la

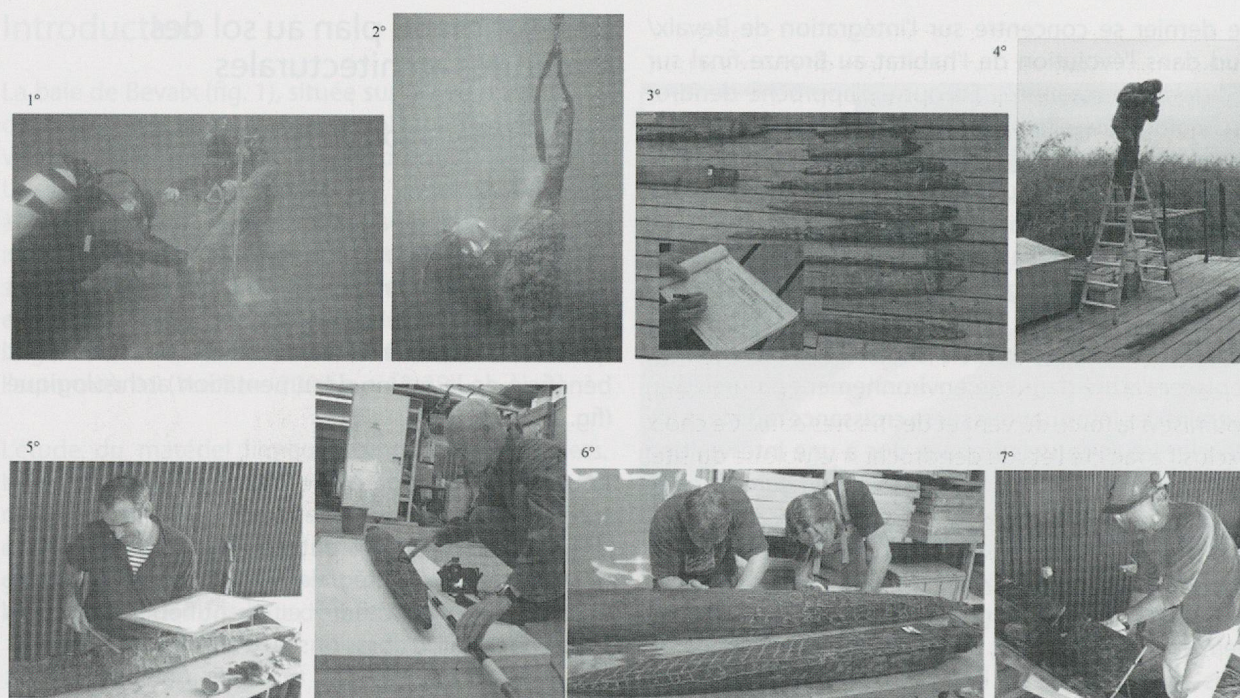


Figure 3. Les différentes étapes de l'étude du bois sur le terrain. 1° Relevés sur les pieux pendant la fouille ; 2° extraction intégrale ; 3° observations et descriptions ; 4° photographies de terrain ; 5° dessins au 1/20 ; 6° dessins à la craie des traces de travail sur les pieux et montages photos à l'échelle 1/1 ; 7° prélèvements tangentiels et transversaux (clichés OMAN).

palissade. Plus au nord, on observe une concentration de pieux, située à l'extérieur de la palissade.

Le plan général des pieux montre une direction privilégiée des ruelles. Des zones peu denses en pieux délimitent l'espace occupé par les maisons ; d'autres, plus fournies, correspondent aux aménagements dans les ruelles et aux réparations des maisons, souvent concentrées le long des bords longitudinaux. Les bâtiments sont disposés en bandes parallèles au rivage, le pignon orienté face aux vents dominants soufflant du sud-ouest. La première bande, la plus au large, est aussi la plus lisible. Elle a servi de point de départ pour l'étude chronométrique. L'approche dendrochronologique a largement contribué à affiner la compréhension de ce plan. Lors de l'exercice de corrélation des mesures sur les référentiels, l'examen des fréquences annuelles d'abattage ont permis de définir cinq phases principales d'aménagements. La première correspond à la phase initiale de construction, les quatre suivantes participent aux extensions du village, aux réparations et aux reconstructions des structures (fig. 4). Le travail d'identification des maisons a été réalisé en isolant les pieux sur le plan, selon les cinq grandes étapes du développement de Bevaix/Sud. La technique de la refente a été abondamment utilisée et, de ce fait, il y a très peu de pieux circulaires. Néanmoins, une carte de répartition de ces derniers met en exergue le plan

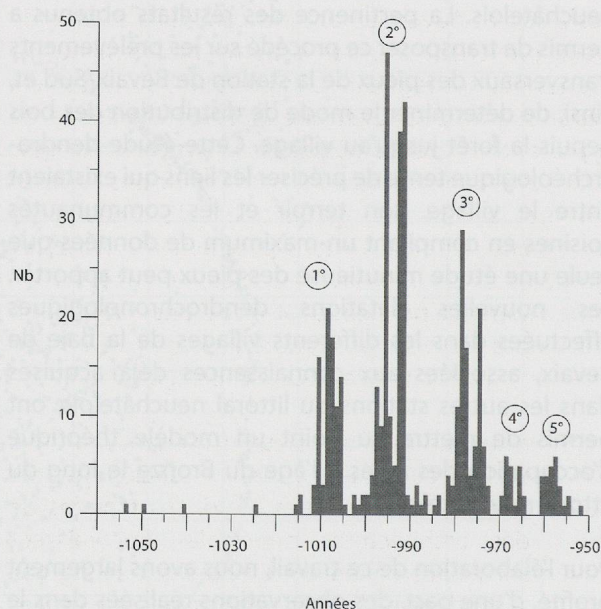


Figure 4. Bevaix/Sud. Fréquence annuelle des dates d'abattage des chênes, basée sur le cambium. Cinq phases principales apparaissent, qui correspondent aux grandes étapes de constructions et d'extensions du village.

d'une maison au nord du gisement (M14). Il s'agit d'une maison construite sur quatre rangées de pieux sur huit en longueur. Ces pieux circulaires sont localisés dans une zone comportant de nombreux pieux refendus et les datations obtenues montrent qu'il s'agit de la reconstruction complète d'une structure (fig. 7).

Le choix de l'essence est fonction du type de construction ; pour les pieux verticaux des maisons, une bonne résistance mécanique est souhaitée. Or, la qualité des fibres du chêne sessile lui confère la solidité nécessaire à l'édification d'une maison bâtie en hauteur, soumise à la force du vent et des hautes eaux. Ce choix exclusif a facilité l'étude dendrochronologique du site.

Les peuplements forestiers utilisés apparaissent en classant les pieux en fonction des dates des premiers cernes mesurés, ou avec l'estimation de la moelle pour les pieux refendus (fig. 5). À Bevaix/Sud, deux grands groupes apparaissent. Le premier (a) prend naissance vers 1300 av. J.-C. et contient tous les bois exploités pour les phases de construction. Le second (b), avec des pieux plus jeunes, a été utilisé pour les réparations des maisons ou la création de structures annexes. Ces derniers bois ont été employés essentiellement à partir de la troisième grande phase d'abattage, dès l'hiver -979/-978. À noter que les villages de la baie de Bevaix, Cortaillod et Auvier, ont été construits à l'aide de pieux provenant d'arbres issus de peuplements de chênes qui ont régénéré d'importantes surfaces vers 1280-1300 av. J.-C. C'est une indication indirecte de la présence de zones déboisées avant cette époque, pour l'utilisation du bois ou pour ouvrir des surfaces dévolues à l'agriculture. Dans la baie d'Hauterive/Saint-Blaise, les plus anciens peuplements semblent plutôt dater de 1250 av. J.-C. (PILLONEL 2011, p. 47). Cette différence provient peut-être d'une information qui n'a pas été prise en compte à Hauterive, à savoir l'estimation de la moelle pour les bois refendus.

La répartition en plan des pieux provenant des deux groupes de peuplements bien dissociés permet de clarifier le pilotis de Bevaix/Sud. Les rangées de pieux des architectures principales apparaissent clairement sur la première carte de répartition (fig. 6a). Sur le second plan, les réparations des structures, qui se répartissent essentiellement sur les bords longitudinaux ou latéraux, laissent apparaître des vides correspondant aux emplacements des maisons et soulignant fortement les ruelles (fig. 6b). La surface des sections des pieux est comprise essentiellement entre 100 et 200 cm² quelle que soit la provenance des bois. Seule l'intensité du débitage change. Pour le premier groupe forestier, le travail de refente a été plus important. Dans le deuxième groupe, les pieux sont de section circulaire ou semi-circulaire. Ils ont servi à

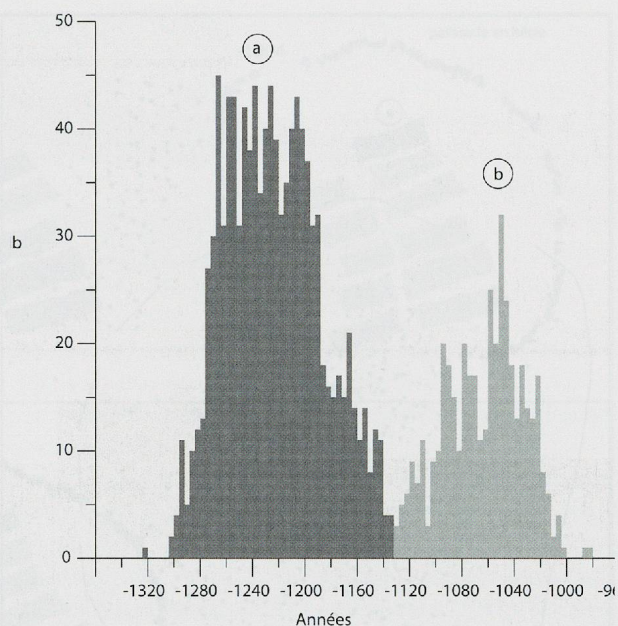


Figure 5. Bevaix/Sud. Âge et fréquence du premier cerne mesuré pour les pieux en chêne. Le diagramme révèle la présence de deux groupes forestiers bien distincts (a et b) exploités pour des types de travaux bien définis. a) phases de constructions, b) phases de réparations.

certaines extensions de maisons, aux réparations, aux reconstructions et au renfort de la palissade en hêtre.

Le premier chêne destiné à l'aménagement du village de Bevaix/Sud a été abattu pendant l'hiver -1011/-1010. Ensuite, plusieurs campagnes d'abattage se sont succédées jusqu'au printemps -1007 pour l'installation des dix premières maisons du village. Les pieux ont été obtenus par débitage en quart ou en sixième de troncs d'un diamètre compris entre 30 et 50 cm. Dans chaque structure, des pieux issus de plusieurs années consécutives d'abattage ont été utilisés, attestant ainsi le stockage du bois. Cette technique spécifique a été mise en évidence, pour la première fois, sur un site contemporain de la baie voisine, Cortaillod/Est (GASSMANN 1989). Pendant les quatre années réservées à l'abattage intensif des chênes, un seul bâtiment (M9) a été construit, plus au moins au centre du futur village, dès le printemps -1009 (fig. 7). Dès le printemps -1007, le noyau principal du village est bâti avec l'ajout de neuf maisons. Dans ces architectures, le cambium le plus récent date de l'hiver -1008/-1007 ou du printemps suivant. Le plan du palafitte est ordonné, agencé en cinq rangées de deux maisons, parallèles au rivage et très proches les unes des autres. Aucune habitation ne se distingue particulièrement des autres, ni par la forme, ni par les dimensions. Elles occupent toutes une surface au sol comparable.

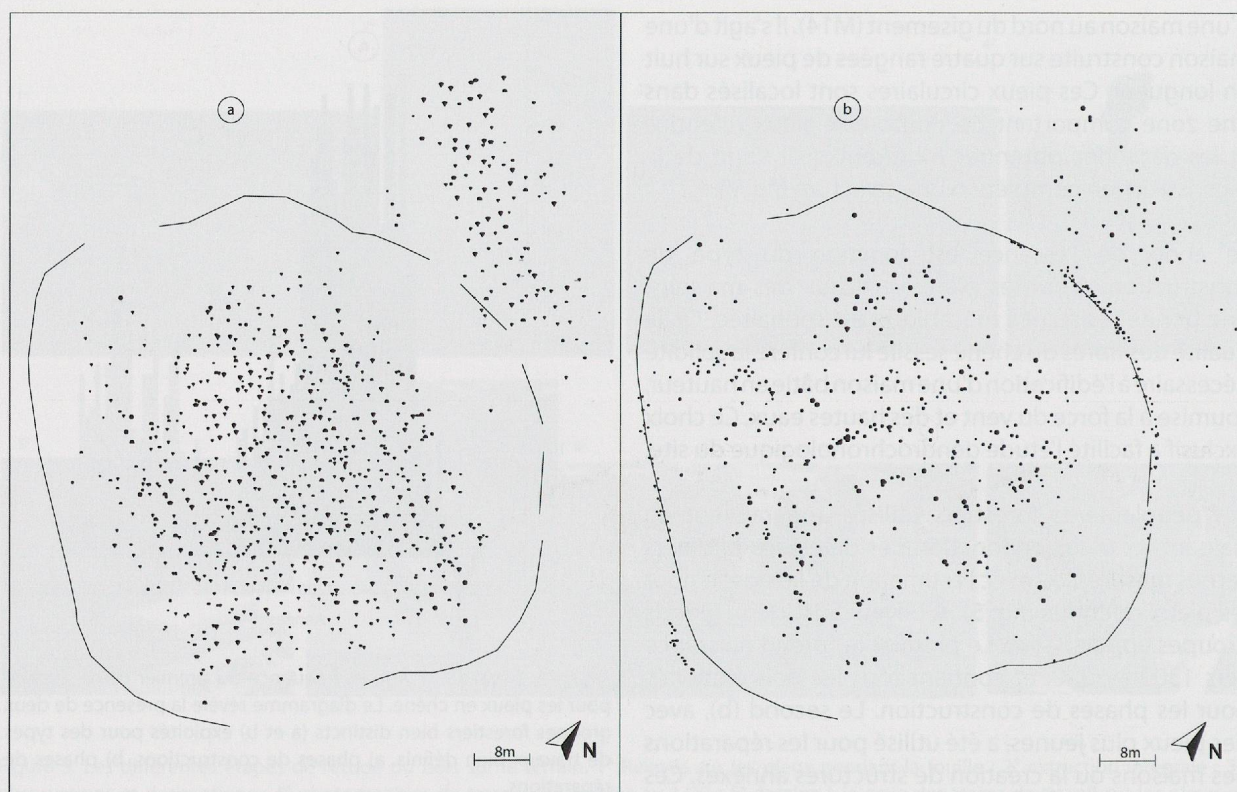


Figure 6. Bevaix/Sud. Plan de répartition des pieux en fonction des deux groupes principaux de peuplements. Le premier groupe forestier (a) est composé de bois provenant d'arbres bicentenaires ou tricentenaires. Le second groupe forestier (b) est composé de chênes plus jeunes, d'une centaine d'années. La palissade en hêtre est schématisée à l'aide d'une ligne.

Dès le printemps -1004, ce noyau central est entouré d'une palissade qui enclôt un espace de près de 5'000 m², soit le double de la surface déjà construite, suggérant que des zones réservées à la construction de nouvelles maisons sont prévues dans le périmètre délimité. Les critères de sélection pour la matière première d'une palissade sont moins contraignants et le choix s'est porté sur le hêtre. Cette essence, qui se caractérise par un fût droit, pourrait convenir pour la préparation de pieux porteurs, si elle n'avait pas une mauvaise résistance mécanique. Son emploi pour l'aménagement d'une palissade ne pose en revanche aucun problème. Les jeunes arbres, employés sans travail de refente, peuvent provenir de la même forêt que les chênes sessiles, puisque ces deux espèces se font concurrence sur les mêmes sols forestiers. Pendant l'hiver -1005/-1004, une coupe de bois a servi à la construction d'une onzième structure (M11) initiant ainsi une rangée supplémentaire. La première phase de construction se termine avec ce bâtiment. Puis, pendant une dizaine d'années, les interventions se limiteront à quelques réparations ponctuelles nécessitant l'abattage d'un nombre très restreint de chênes, moins d'une dizaine par année. La première phase d'extension débute pendant l'hiver -995/-994 et marque la reprise d'un abattage

plus soutenu, destiné à l'établissement d'une maison supplémentaire (M12) qui complète la sixième rangée, à l'agrandissement de deux structures (M2 et M5) et à une réparation importante de la dernière maison construite (M11). Le dynamisme au sein du village s'accroît pendant l'hiver -992/-991 et se poursuit jusqu'à la fin du printemps. Il permet d'ajouter une rangée supplémentaire de structures (M13 et M14), d'accroître la surface de cinq maisons (M2, M3, M4, M7 et M8) et de renforcer la palissade existante à l'aide de pieux en chêne. Ensuite, une douzaine d'années s'écoule avant le commencement de la troisième phase d'abattage intensif pendant l'hiver -978/-977. Trois maisons sont réparées (M4, M8 et M10). En -973, les efforts se concentrent sur la dernière rangée avec une extension latérale d'une structure (M13) et la reconstruction complète de l'ultime maison (M14). Les dernières interventions majeures, la quatrième phase, concernent un renforcement terminal (M5) et une reconstruction partielle (M8). Le dernier pieu daté présent dans la zone fermée par la palissade, provient d'un arbre coupé au printemps -959. Le village s'est ensuite développé, avec la cinquième phase d'abattage, par la création de ce que nous dénommerons le Quartier nord, situé au-delà de la palissade et qui comprend trois nouvelles maisons

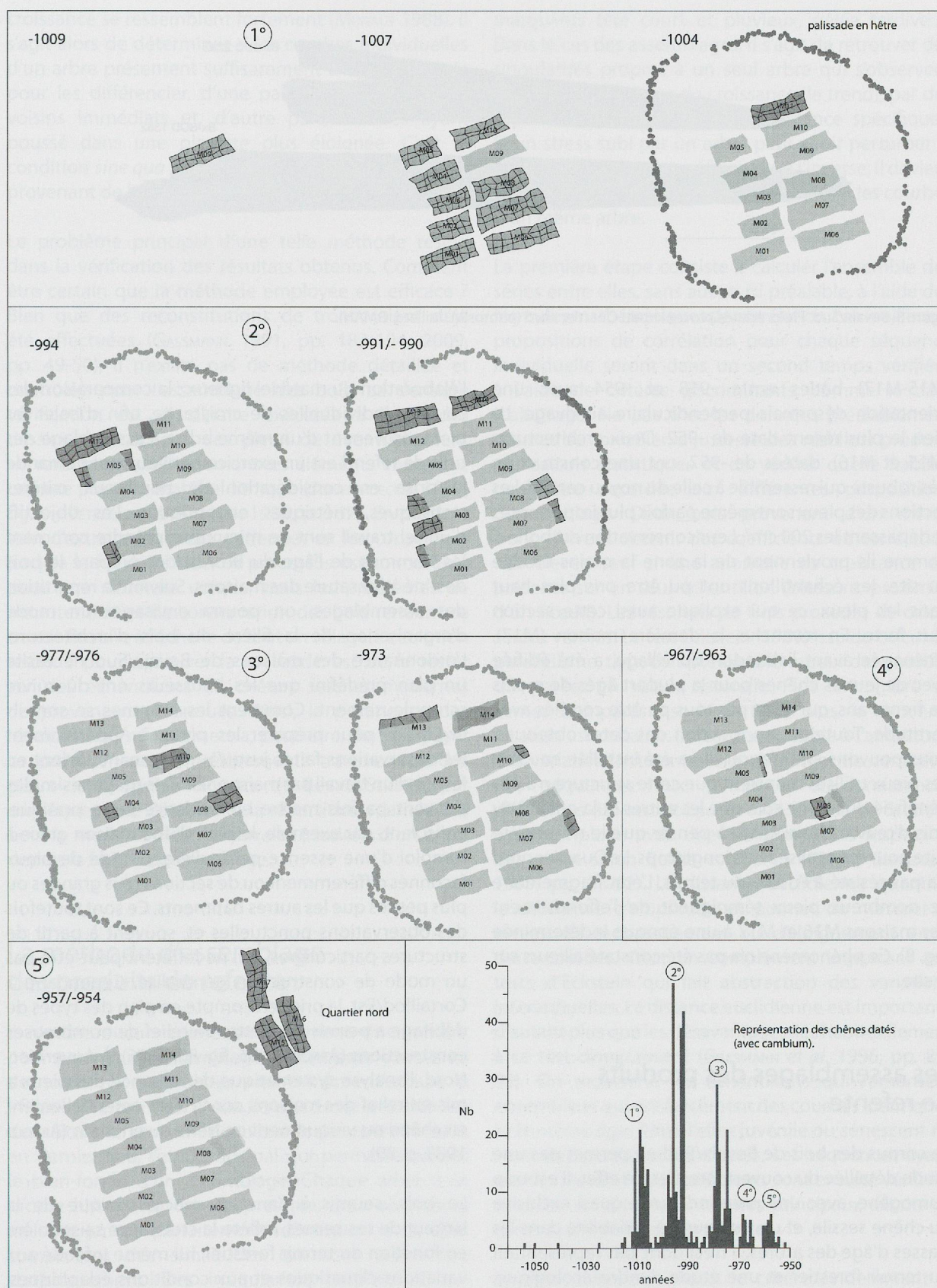


Figure 7. Bevaix/Sud. Évolution chronologique du plan au sol des architectures. Les cinq phases principales observées sur l'histogramme des fréquences d'abattage correspondent à des constructions majeures au sein du village.



Figure 8. Bevaix/Sud. Pieux éclatés provenant du Quartier nord (photos M. Juillard, OMAN).

(M15-M17) bâties entre -958 et -954 avec une orientation désormais perpendiculaire au rivage. Le pieu le plus récent date de -952. Deux architectures (M15 et M16), datées de -957, ont une construction très robuste qui ressemble à celle du noyau central. Les sections des pieux sont même parfois plus importantes et dépassent les 200 cm². Leur conservation est bonne. Comme ils proviennent de la zone la moins érodée du site, les échantillons ont pu être pris plus haut dans les pieux, ce qui explique aussi cette section plus forte. En revanche, la dernière maison (M17), aménagée avant l'abandon du village, a été édifiée avec de jeunes chênes pour la plupart âgés de moins de trente ans, qui n'ont pas tous pu être corrélés avec certitude. Toutefois, en fonction des dates obtenues, nous pouvons affirmer qu'elle a été installée en -954. Les pieux utilisés montrent que cette structure n'a pas bénéficié du même soin que les autres et la qualité du bois d'œuvre choisi laisse à penser qu'elle n'a pas été faite pour être utilisée très longtemps. Le Quartier nord n'a pas résisté à l'usure du temps. L'état fragmentaire de nombreux pieux témoignent de l'effondrement des maisons M16 et M17 à une époque indéterminée (fig. 8). Ce phénomène n'a pas été constaté ailleurs sur le site.

Les assemblages des produits de refente

Le corpus des bois de Bevaix/Sud ne permet pas une étude détaillée du couvert forestier. En effet, il est trop homogène, avec une prépondérance quasi exclusive du chêne sessile, et un manque de variabilité dans les classes d'âge des arbres. Il n'est donc pas représentatif du terroir forestier et une étude dendro-écologique, à la manière de ce qui se fait au laboratoire de Hemmenhofen (BILLAMBOZ 2004, ce volume) n'est guère envisageable. En revanche, cette homogénéité est favorable à une autre approche intéressante de

l'élaboration du matériel ligneux : la comparaison des courbes individuelles de croissance, afin d'isoler les pieux provenant d'un même arbre. L'assemblage des bois de refend est un exercice périlleux qui demande la prise en considération de nombreux critères statistiques, métriques et optiques. Les objectifs d'un tel travail sont de mieux comprendre comment les hommes de l'âge du Bronze ont préparé le bois destiné à l'ossature des maisons. Suivant la répartition des assemblages, on pourra envisager un mode d'organisation de la filière du bois d'architecture. L'ordonnance des maisons de Bevaix/Sud nécessite un plan prédéfini que les bâtisseurs ont dû suivre scrupuleusement. Comment les hommes se sont-ils organisés pour préparer les pieux ? Apparemment les observations faites jusqu'à maintenant parlent en faveur d'un travail par maisonnée. Des moyens simples peuvent parfois mettre en évidence cette pratique, en isolant, par exemple, le plan d'une maison grâce à l'emploi d'une essence particulière, à l'aide de pieux façonnés différemment ou de sections plus grandes ou plus petites que les autres bâtiments. Ce sont toutefois des observations ponctuelles et, souvent à partir de structures particulières, qui ne reflètent peut-être pas un mode de construction généralisé. Cependant, à Cortaillod/Est, la prise en compte en plan des types de débitage a permis de mettre en relief de nombreuses constructions (ARNOLD 1986, fig. 86, p. 86). À Auvernier-Nord, l'analyse systématique de l'essence des pieux a mis en relief des maisons construites essentiellement en chêne ou uniquement en frêne ou en sapin (ARNOLD 1983, p. 89).

Le bois, soumis à l'analyse macroscopique de la largeur de ses cernes, reflète la croissance saisonnière en fonction du terroir forestier, lui même inféodé aux variations climatiques et aux conditions édaphiques. Il est également sensible aux activités de l'homme, lorsque celui-ci intervient au sein du peuplement. Les chênes qui se côtoient ont tendance à réagir, année après année, de la même façon et leurs courbes de

croissance se ressemblent fortement (MUNAUT 1988). Il s'agit alors de déterminer si les courbes individuelles d'un arbre présentent suffisamment de particularités pour les différencier, d'une part, de celles de leurs voisins immédiats et, d'autre part, d'arbres ayant poussé dans une placette plus éloignée. C'est la condition *sine qua non* pour espérer repérer les pieux provenant de la refente d'une même bille.

Le problème principal d'une telle méthode réside dans la vérification des résultats obtenus. Comment être certain que la méthode employée est efficace ? Bien que des reconstitutions de troncs aient déjà été effectuées (GASSMANN 1991, pp. 183-194, 2009, pp. 49-50), il n'existe pas de méthode détaillée et contrôlée pour l'assemblage des bois. La dernière vérification est d'ordinaire exécutée à l'aide des dessins des sections des pieux ou éventuellement en remontant physiquement les éléments entre eux, comme pour du matériel lithique (SCHIFFERDECKER 1977, fig. 4 ; PÉTREQUIN et PÉTREQUIN 1988, p. 167). En prenant soin d'extraire les pieux entiers et en les conservant jusqu'à la fin de l'étude, ce processus est concevable pour une structure unique, mais les problèmes de manutention et de conservation des bois rendent ce travail illusoire à l'échelle de tout un village. La solution retenue pour éprouver la méthode est de la tester sur des échantillons de chênes sessiles modernes de provenances connues. Ainsi, la pertinence des résultats obtenus permettra, peut-être, de transposer ce procédé sur les prélèvements transversaux des pieux de la station lacustre de Bevaix/Sud et, par conséquent, de déterminer la répartition spatiale des bois, le mode de distribution des produits d'un arbre depuis la forêt jusqu'au village.

La méthode d'assemblage des produits de refente

Il n'existe aucun critère suffisamment discriminant pour garantir un assemblage, à cent pour cent, mais de nombreux paramètres sont à même d'exclure la « filiation » entre deux pieux. Il s'agit de tester la fiabilité des calculs. La comparaison visuelle des courbes reste, en dernier lieu, l'outil principal qui permet d'évaluer le bien-fondé d'un assemblage. Chaque arbre a sa propre histoire et, dans la pratique, deux séquences ne sont jamais parfaitement identiques, mais elles comportent des similitudes qui sont quantifiées statistiquement. Des irrégularités graphiques, qui se produisent systématiquement dans toutes les séquences, constituent des points de repères, des signatures pour le dendrochronologue. Des signaux apparaissent à la suite de phénomènes climatiques

marquants (été court et pluvieux, gelée tardive...). Dans le cas des assemblages, il s'agit de retrouver des singularités propres à un seul arbre qui s'observent surtout sur le rythme de croissance (le trend), par des ruptures ou des reprises de croissance spécifiques. Si un stress subi par un arbre peut venir perturber la synchronisation sur un référentiel, à l'inverse, il devient un élément majeur permettant d'identifier les courbes d'un même arbre.

La première étape consiste à calculer l'ensemble des séries entre elles, sans aucun tri préalable, à l'aide des formules mathématiques de corrélation. Les meilleures propositions de corrélation pour chaque séquence individuelle seront dans un second temps vérifiées à l'aide de critères discriminants, comme la date d'abattage. Ne pas trier les données préalablement permet de contrôler la justesse des résultats produits par calculs statistiques et de vérifier quelle fiabilité peut être accordée aux différentes propositions d'assemblage. Deux bois provenant d'un même tronc doivent obtenir des coefficients de corrélation très élevés, sauf si une anomalie de croissance est présente sur un seul échantillon (blessure, proximité d'un nœud). Les résultats de trois procédés de calcul seront vérifiés. Le test Eckstein (1969) issu du calcul de parallélisme, tient compte de la longueur des courbes comparées en valeur naturelle. Plus le nombre de cernes comparés est important, plus la synchronisation est certaine. Il n'est pas sensible à l'amplitude des variations interannuelles et permet de comparer des séquences aux tendances de croissances différentes (LAMBERT et LAVIER 1990). Le test de Student a été employé avec une transformation respective des séries selon Baillie et Pilcher (1973 ; GIRARD-CLOS 1999, pp. 78-92). La distance euclidienne quantifie la différence d'amplitude et permet de mesurer le niveau de rapprochement ou d'éloignement entre deux courbes. C'est un complément important aux tests d'Eckstein qui fait abstraction des variations interannuelles. La distance euclidienne est importante d'autant plus que les désavantages liés habituellement à ce test disparaissent (GASSMANN *et al.* 1996, pp. 89-95). On recherche les échantillons qui remontent ensemble et qui ont forcément des courbes identiques et le même âge. Ainsi, l'effet juvénile ou sénescence ne vient pas perturber les calculs. Les séquences ayant obtenu les meilleurs coefficients sont ensuite vérifiées en détail à l'aide de six critères principaux décrits ci-dessous par ordre d'importance.

La date d'abattage : c'est le critère évidemment le plus important, bien qu'elle ne soit pas toujours connue. A Bevaix/Sud, de nombreux bois n'ont même pas d'aubier et ce recoupement n'est souvent pas possible. Les meilleures corrélations s'obtiennent avec

des chênes provenant de l'exploitation d'un même peuplement, donc souvent avec des arbres coupés pendant la même phase d'abattage.

Le rythme de croissance : le dendrochronologue considère les résultats obtenus lors des calculs et les vérifie visuellement en faisant se chevaucher les courbes à l'écran ou sur une table lumineuse. La comparaison des courbes se fait en conservant les mesures en valeurs brutes. Cette observation est plus rigoureuse en travaillant avec des séries comprenant de nombreux cernes de croissance, lorsque l'approche comparative peut se faire sur les trois stades de développement, juvénile, adulte et sénescence. Dans le cas des assemblages, il faut identifier les particularités individuelles d'un arbre.

L'aubier : au niveau de la zone de transition entre le duramen et l'aubier, la position du premier cerne de ce dernier varie très peu sur les échantillons d'un même arbre. Une différence d'un à trois cernes est courante et le nombre total de cernes dans l'aubier ne doit normalement pas s'écarter de cette marge.

La moelle : sur des pieux refendus, la moelle est rarement présente. Grâce à l'existence des rayons médullaires et des plans de refente sur le chêne, la partie perdue peut être mesurée et le nombre de cernes manquants estimé. La hauteur du prélèvement a aussi son importance, puisque entre deux échantillons séparés de huit mètres, une différence de 20 à 40 ans est possible (GASSMANN 1999, pp. 65 et 166 ; EMERY 1993, fig. 3.6). Chaque année, le cerne recouvre le précédent comme un empiement de cônes ayant une base commune.

Les courbes de croissance cumulée : l'emploi de la croissance cumulée permet de synthétiser la tendance générale d'un échantillon. Sa représentation graphique peut être corrélée de la même façon qu'une courbe. Les courbes des valeurs ajoutées correspondent à la croissance du tronc année après année, à l'évolution du rayon en fonction de l'année de formation du cerne. Cette analyse permet d'améliorer sensiblement le regroupement des pieux issus de la refente d'un même tronc. Mais l'utilisation seule des croissances cumulées ne permet pas d'identifier les pièces provenant d'un même arbre. Les variabilités constatées en comparant deux rayons opposés sur un même échantillon sont parfois très importantes (BERNARD 1998, pp. 118-125 et 137). C'est pourquoi, les mesures individuelles prises en considération pour les assemblages ont été faites systématiquement sur le rayon moyen.

Les altérations : elles ne sont pas forcément visibles sur tous les échantillons d'un même arbre, mais certaines, comme la pourriture alvéolaire ou le mauvais état sanitaire de l'aubier, sont généralement de bons indices pour faire le rapprochement entre deux bois. À condition que l'altération se soit produite avant l'abattage de l'arbre et avant la refente du tronc.

En plus de ces observations déterminantes, la documentation photographique, les observations et les descriptions faites sur les pieux lors de la fouille, le mode de débitage et les dessins des sections peuvent fournir des indications précieuses en cas d'hésitation sur un assemblage.

La méthode testée sur les échantillons modernes

Dans un premier temps, la méthode de travail a été testée sur 600 échantillons de chênes sessiles modernes, issus de huit placettes différentes réparties au pied du Jura neuchâtelois (fig. 9). La grande partie de ces échantillons provient d'un travail initié par P. Gassmann en 1991, et destiné à observer la croissance du chêne sessile afin de valider la pertinence de groupes écologiques isolés lors de son étude du matériel ligneux de Cortaillod/Est³. Trois à quatre rondelles par arbre ont été prélevées à différentes hauteurs du tronc. Dans notre étude, seules les mesures effectuées sur la bille et la surbille ont été prises en compte, en écartant celles provenant du houppier ou de la souche, qui ont généralement une croissance peu significative.

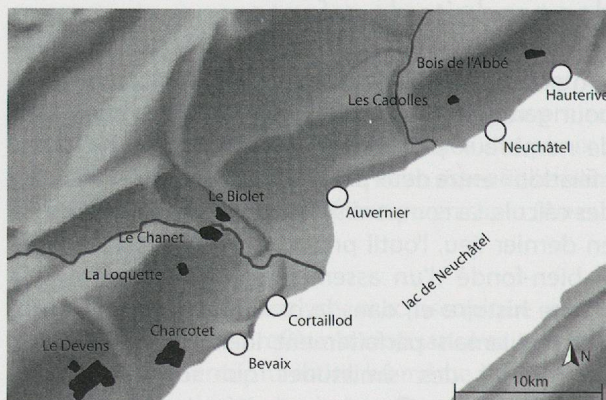


Figure 9. Pied du Jura neuchâtelois. Emplacements des divisions forestières échantillonnées (en noir) et mention des sites principaux de l'âge du Bronze sur le littoral neuchâtelois.

Nous avons choisi comme base de calcul les chênes de la division forestière de Charcotet sur la commune de Bevaix. C'était certainement un endroit propice à la récolte du bois de construction pour les habitants de Bevaix/Sud. Cet emplacement devait faire partie de leur territoire forestier. Les échantillons proviennent de 65 arbres, numérotés et localisés avec précision. Ces 130 mesures (deux prélèvements par arbre) ont été calculées sur l'ensemble des 600 prélèvements. Les résultats des trois calculs statistiques (le test W d'Eckstein, le test de Student et la distance euclidienne) ont été passés en revue en recherchant la position obtenue par l'échantillon provenant du même arbre. On constate qu'avec les tests d'Eckstein et de la distance euclidienne, seul un quart des meilleurs coefficients a permis la réalisation d'un assemblage correct. Avec le test de Student, plus de la moitié des assemblages a pu être retrouvée. Cependant, même avec le meilleur test de corrélation, le bon assemblage a été désigné que dans un cas sur deux. Reste que parmi les échecs, on observe une réunion de 90 % des assemblages avec des prélèvements d'arbres certes différents, mais qui émanent de la même division forestière. Le solde remonte avec des placettes proches situées dans la forêt du Devens (fig. 9). On trouve ainsi, à travers le test de Student, la mise en évidence de croissances propres à une division forestière. Jusqu'ici, seuls les calculs de concordance ont été utilisés et les propositions n'ont pas été vérifiées à l'aide des critères discriminants. Lors d'un échec de recoupement, il est essentiel de contrôler combien d'échantillons provenant d'autres arbres donnent des coefficients plus élevés. Pour le test de Student, le bon échantillon se retrouve, dans 90 % des cas, dans les cinq meilleures propositions. En prenant en compte les six critères discriminants, mentionnés plus haut, la courbe de croissance correcte peut être aisément isolée. En ne considérant que le test d'Eckstein et la distance euclidienne, la bonne série se retrouve souvent très loin derrière les autres et les échantillons à prendre en considération sont beaucoup trop nombreux.

Premiers résultats et discussion

Les résultats obtenus sur les échantillons modernes permettent de transposer la méthode sur les prélèvements transversaux de la station littorale de Bevaix/Sud. Les tests effectués sur les chênes modernes concernaient deux échantillons par arbre provenant d'une part de la bille et d'autre part de la surbille, ils étaient donc distants d'environ huit mètres. Les arbres ne croissent pas à tous les niveaux du tronc de la même façon (FRITTS 1976) et cette particularité complique l'exercice. Pour les remontages de Bevaix/Sud, les

échantillons ont tous été plus ou moins pris à la même hauteur sur les pieux et devaient se situer également à la même hauteur sur le tronc de l'arbre, ce qui facilite l'exercice d'assemblage. La différence provient essentiellement de la profondeur d'enfoncement des pieux. Or, elle varie, sur l'ensemble du site, entre un mètre cinquante et trois mètres.

Les calculs de corrélations ont été effectués en prenant en compte toutes les mesures réalisées sur les prélèvements de pieux en chêne. Le test Student (indiqué BP) a été privilégié (> 11.5), mais en le filtrant avec des valeurs élevées pour le test d'Eckstein ($W > 6$) et une distance euclidienne très faible (< 1.7). Plusieurs centaines de propositions sont sorties en obtenant des valeurs très élevées et ont passé la vérification des six critères discriminants. À Bevaix/Sud, toutes les structures, à l'exception de la première phase de construction de la palissade, sont faites à l'aide de pieux provenant de chênes très âgés. Les échantillons prélevés sur les pieux comportent régulièrement plus de 150 cernes.

Une centaine d'assemblages, vérifiés à l'aide des critères décrits ci-dessus, a été retenue pour illustrer les premiers résultats. Tous les stades architecturaux sont concernés (constructions, extensions et réparations). Ils ont été reportés schématiquement sur deux plans différents contenant les surfaces au sol des maisons (fig. 10) et triés par pieux de construction (a) et pieux de réparation (b). Ces assemblages sont riches d'enseignements. Pour les phases de construction, le travail par maisonnée est clairement confirmé. Mais les structures semblent avoir été montées les unes après les autres. Cette impression vient des remontages réalisés entre les pieux latéraux de maisons voisines. Les personnes dévolues à la construction du village, lorsqu'elles avaient terminées une maison, utilisaient le surplus de pieux pour la construction suivante située sur la même rangée ou sur la rangée suivante. Pour les pieux de réparation, l'image est plus contrastée, avec des assemblages qui réunissent des pieux parfois très éloignés. Un stock de pieux déjà façonnés était peut-être réservé pour les réfections ponctuelles de certaines maisons. Seul l'état sanitaire des pieux pourrait permettre de confirmer cette hypothèse. Une présentation plus détaillée, comprenant l'ensemble des assemblages, est présente dans la monographie de la station de Bevaix/Sud (ARNOLD et LANGENEGGER 2012).

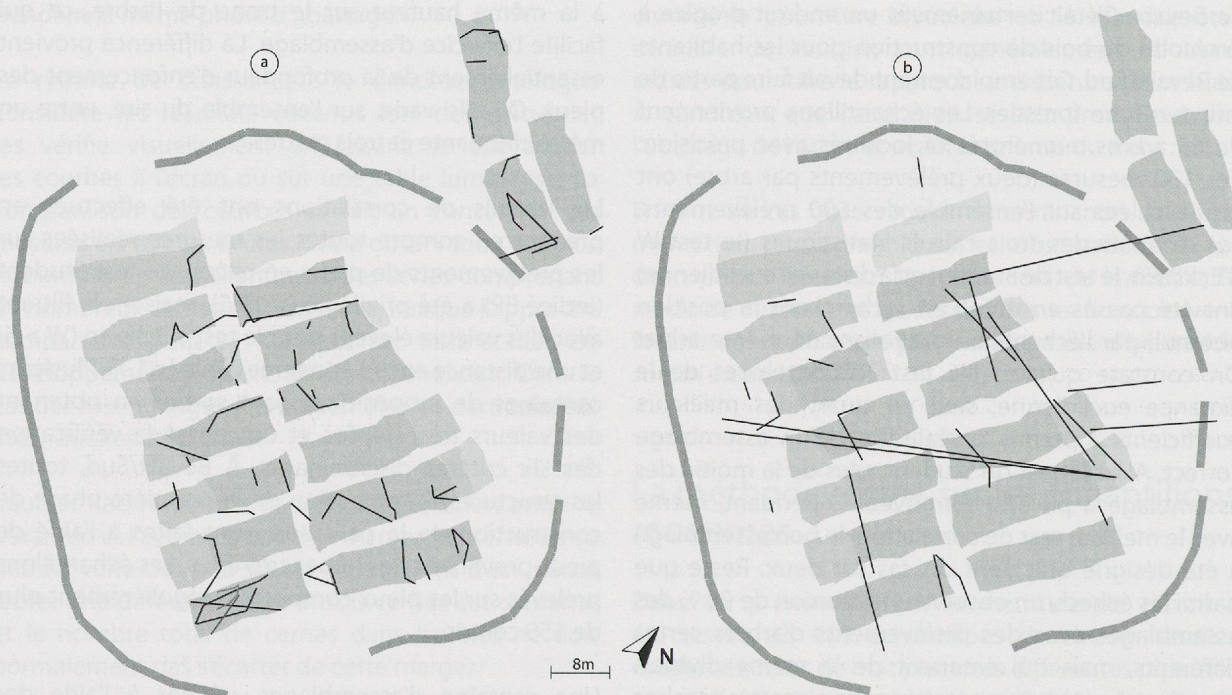


Figure 10. Carte de répartition des premiers assemblages (pieux refendus provenant d'un même arbre) qui réunissent (a) les pieux de construction et (b) les pieux de réparation.

Modèle théorique d'occupation des baies neuchâteloises au Bronze final

Les principales baies du lac de Neuchâtel renferment parfois plusieurs sites de l'âge du Bronze final. Les datations dendrochronologiques effectuées depuis 2004 dans la baie de Bevaix, permettent de définir avec précision l'ordre chronologique d'implantation de ces villages et leur durée d'occupation. Ces villages se succèdent-ils dans le temps ? Fonctionnent-ils en même temps ? Ont-ils des liens entre eux ? Autant de questions qui peuvent trouver des réponses grâce à la dendro-archéologie, en alliant l'aspect chronométrique et l'étude de l'exploitation du terroir forestier. Tous les habitats lacustres du Bronze final situés le long du littoral neuchâtelois n'ont pas fait l'objet d'investigations aussi poussées que celui de Bevaix/Sud. Cependant, la plupart des stations fournissent suffisamment de données pour étayer certaines hypothèses développées grâce aux résultats dendrochronologiques obtenus dans la baie de Bevaix. Les connaissances acquises permettent aujourd'hui de développer un modèle théorique d'occupation des rives neuchâteloises durant l'âge du Bronze final

palafittique. Cette démarche tend à produire des éléments originaux sur la rythmicité de l'habitat et soulève de nouvelles questions qui pourraient orienter les recherches futures sur les stations lacustres.

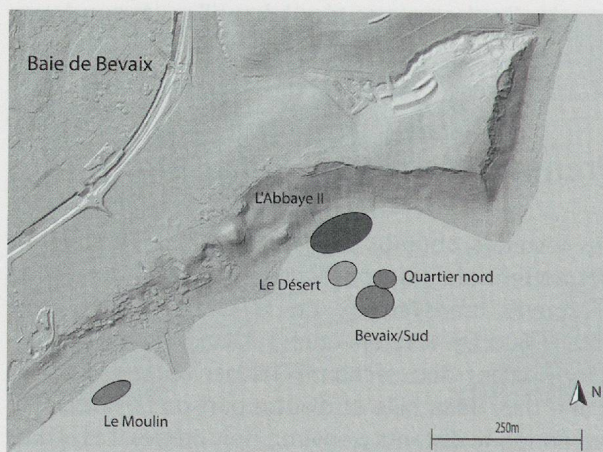


Figure 11. Baie de Bevaix. Emplacements schématiques des stations lacustres du Bronze final.

La baie de Bevaix

Parallèlement à la fouille exhaustive du village de Bevaix/Sud, une prospection à vue a eu lieu sur huit hectares autour du site permettant la découverte d'un nouveau gisement, Bevaix/Le Désert (ARNOLD 2009, p. 83). Cette découverte porte à quatre le nombre de stations datées du Bronze final dans la baie (fig. 11). Une quarantaine de prélèvements de bois à Bevaix/L'Abbaye II et Bevaix/Le Désert a été mesurée et corrélée et vient compléter les 2'200 mesures de Bevaix/Sud et du Quartier nord. La station de Bevaix/Le Moulin a été échantillonnée et datée par P. Gassmann en juin 1986. En 2005, l'emprise du site ainsi que les pieux visibles ont été topographiés. Ce gisement se trouve un peu à l'écart des trois autres. Les pieux conservés ont une section très faible, peu appropriée pour des éléments porteurs de maisons. À noter que le site est contemporain de Bevaix/Sud et quelques dates prouvent qu'il a encore été occupé pendant la fin du Bronze final.

Les deux mille séquences mesurées permettent d'obtenir une courbe moyenne longue de 423 ans pour la baie de Bevaix, calée chronologiquement entre 1300 et 878 av. J.-C. Les plus vieux cernes de croissance correspondent à la naissance du premier peuplement de chênes sessiles exploités et les plus récents aux derniers pieux de réparations. L'occupation humaine, sous la forme d'habitat, a duré de façon ininterrompue pendant 176 ans (1053-878 av. J.-C.). La réoccupation de la baie, après une longue absence depuis le Bronze ancien (station du Châtelard, ARNOLD 2009, p. 79), commence avec l'implantation des premières architectures de la station de L'Abbaye II. La plus ancienne corrélation avec cambium est datée de 1053. L'établissement du site vers 1055 av. J.-C. se lit dans les cernes de croissance mesurés à Bevaix/Sud. La mémoire des arbres remonte jusqu'en 1300 av. J.-C., soit bien avant la fondation du village en 1009 av. J.-C. Une lecture attentive des séries individuelles révèle que certains arbres ont profité d'une reprise de croissance, plus ou moins nette, aux environs de 1055 av. J.-C. (fig. 12), voire 1060. Un défrichement massif réalisé à cette période a entraîné des éclaircies bénéfiques sur le développement des arbres, déjà âgés de 150 à 200 ans et restant sur pied. Ce signal important peut être associé chronologiquement à la construction des premières architectures de la baie. Cette observation a été faite pour plusieurs peuplements. L'analyse des cernes montre que les deux villages ont exploité le même domaine forestier. La proximité immédiate de ces deux gisements plaide également en faveur de ce témoignage. Il est difficile d'imaginer dans cette configuration topographique, deux groupes sans liens très étroits. La première phase

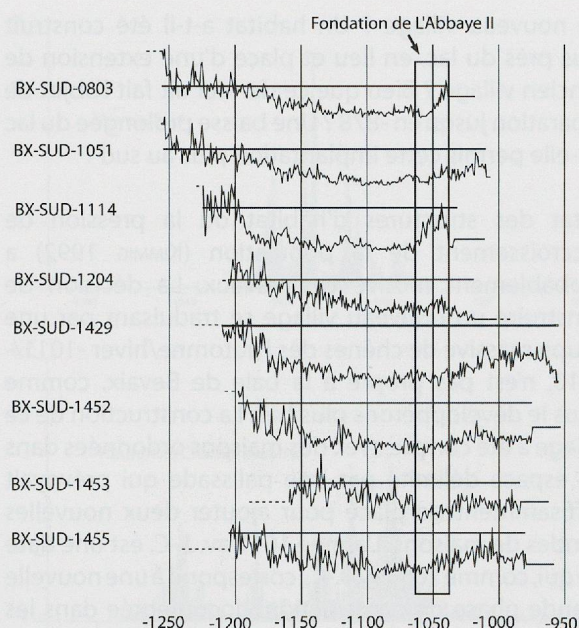


Figure 12. Bevaix/Sud. Reprises de croissance, vers 1055 av. J.-C., observées plus ou moins distinctement sur les séquences individuelles. Cette observation montre que les deux villages exploitaient le même terroir forestier.

de construction de Bevaix/Sud a été réalisée grâce à l'abattage de chênes sessiles issus d'un peuplement qui s'est régénéré vers 1300, le même qui avait déjà été exploité 40 ans plus tôt par les hommes de L'Abbaye II.

Neuf pieux de Bevaix/Sud affichent des dates nettement plus anciennes que la fondation du village (fig. 4, partie gauche du diagramme). Les dates obtenues correspondent aux phases de construction de l'Abbaye. L'échantillon le plus ancien de la baie provient de ce lot et date de l'hiver -1053. Ce sont des pièces recyclées, puis façonnées en pieux, déposées dans l'eau, et finalement employées pendant l'occupation de Bevaix/Sud. Ces pieux n'ont pas été utilisés comme éléments porteurs des maisons. Ils ont été stockés dans l'eau à une certaine période, comme le montrent les galeries d'insectes aquatiques, l'usure sur les pointes (PILLONEL 1997) et la disparition totale des traces de hache. Ces bois, récupérés sur le village de L'Abbaye encore habité, témoignent d'une nouvelle relation entre les deux villages.

Bevaix/Sud est-il un village satellite de L'Abbaye II ? Sa construction intervient une quarantaine d'années après la colonisation de la baie. Ce laps de temps correspond à la durée de vie moyenne des maisons constatée lors de l'étude des structures de Bevaix/Sud. Les gens de Bevaix/L'Abbaye, dans l'obligation de construire de nouvelles maisons, ont-ils préféré bâtir

un nouveau village ? Un habitat a-t-il été construit plus près du lac, en lieu et place d'une extension de l'ancien village ? Bien que ce dernier ait fait l'objet de réparation jusqu'en -878 ? Une baisse prolongée du lac a-t-elle permis cette implantation plus au sud ?

L'état des structures d'habitat ou la pression de l'accroissement de la population (KIMMIG 1992) a probablement motivé ces travaux. La décision de construire un nouveau village se traduisant par une coupe massive de chênes dès l'automne/hiver -1011/-1010, n'est pas propre à la baie de Bevaix, comme nous le développerons plus bas. La construction de ce village a été conçue avec des maisons ordonnées dans un espace délimité par une palissade qui prévoyait suffisamment de place pour ajouter deux nouvelles bandes de maisons. L'année 1011 av. J.-C. est une date clé qui, comme 1055 av. J.-C., correspond à une nouvelle grande phase de construction, documentée dans les grandes baies du littoral neuchâtelois. Les hommes ont certainement eu la volonté de se rapprocher du lac et de profiter d'un nouvel emplacement, plus propice à l'implantation des pieux. L'endroit choisi est situé sur un substrat crayeux d'une épaisseur de deux à trois mètres, posé sur un niveau sableux qui a arrêté les pointes des pieux. À l'emplacement du village de l'Abbaye, sous un limon sableux aujourd'hui disparu, les pieux sont plantés dans un substrat morainique ou fluvio-glaciaire, moins favorable à l'enfoncement des pieux (ARNOLD 2009, p. 21). La durée globale de l'occupation de Bevaix/Sud n'est que de 63 ans et peu de temps avant son abandon, un nouveau groupe de maisons a été aménagé au-delà de la palissade, plus proche du rivage actuel. En -958, les premiers arbres sont coupés en vue de la réalisation du Quartier

nord. La dernière structure de ce dernier (M17) est la seule à n'avoir pas bénéficié d'un soin particulier dans le façonnage des pieux. Les bois utilisés, proviennent d'arbres très jeunes et le façonnage s'est limité au strict minimum, comme en témoigne la faible longueur de la partie appointie. Cette structure a été prévue pour un court laps de temps, comme si l'abandon de la zone était déjà programmé. Celui-ci a eu lieu à partir de -952, au profit d'un repli supposé vers le village fondateur de l'Abbaye. Ce dernier avait poursuivi son développement parallèlement à l'occupation de Bevaix/Sud et du Quartier nord. Les trente années qui suivent montrent une nette centralisation de l'activité de construction dans le village de l'Abbaye II. Vers 900 av. J.-C., celle-ci reprend dans le « village » et se poursuit par l'émergence d'un nouveau gisement, Bevaix/Le Désert, sur une surface de 400 m², localisé au sud de l'Abbaye II. Ce deuxième « village satellite » s'est étendu pendant 20 ans parallèlement au développement du « village fondateur » jusqu'en -878, où, selon les dates à disposition, les deux sites sont abandonnés simultanément.

Le village de l'Abbaye, par sa position, sa taille et sa durée d'occupation, est le village principal de la baie, le village fondateur qui a été le centre du développement d'une importante communauté au Bronze final. Pendant les 180 ans de son existence, deux villages satellites ont été construits pour faire face certainement à une forte démographie. Ils ont été bâtis au sud du village fondateur, lui privant ainsi de l'accès direct au lac. Une explication plausible à cette appropriation d'un espace de proximité est l'appartenance des trois villages à un même groupe. Chacun remplissait peut-être un rôle bien précis dans

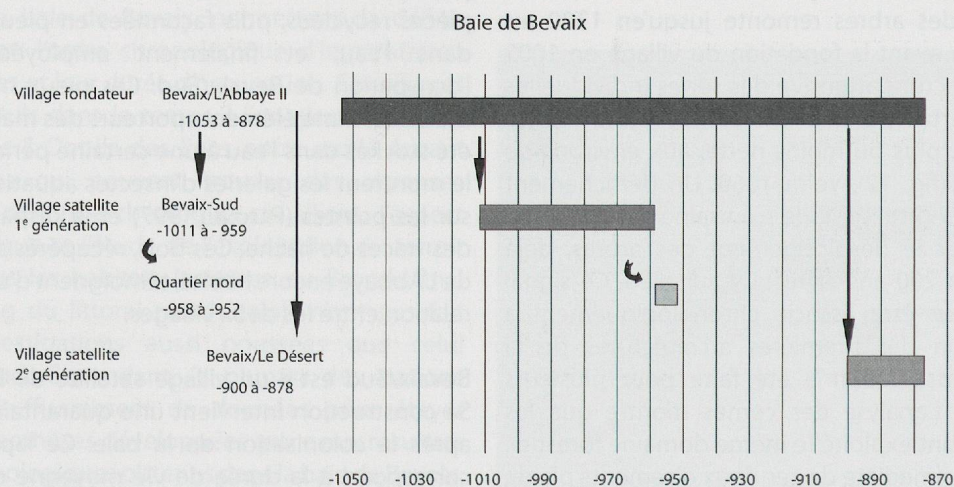


Figure 13. Baie de Bevaix. Dynamique d'occupation au Bronze final. Construction de deux générations de « villages satellites » à partir du « village fondateur » de Bevaix/L'Abbaye II.

l'organisation sociale de la communauté et les trois devaient nécessairement, vu la configuration des lieux, exploiter le même terroir agricole et forestier. Une étude du mobilier archéologique retrouvé sur ces sites, qui tiendrait compte de cet aspect, pourrait peut-être amener des précisions. Ce modèle théorique d'occupation de la baie de Bevaix au Bronze final (fig.13) trouve des parallèles remarquables dans les autres anses situées le long du littoral neuchâtelois.

Les villages « fondateurs »

Selon nos connaissances actuelles, il existait à l'âge du Bronze cinq baies principales occupées de façon intensive le long des rives neuchâteloises. Il s'agit de la baie de Bevaix, de Cortaillod, d'Auvernier, de Neuchâtel et d'Hauterive/Saint-Blaise (fig. 9). Elles se partagent l'ensemble du terroir du pied du Jura. Elles ont été colonisées vers 1055 av. J.-C. par l'implantation de villages qui vont perdurer presque pendant toute la période du Bronze final (1055-870 av. J.-C.).

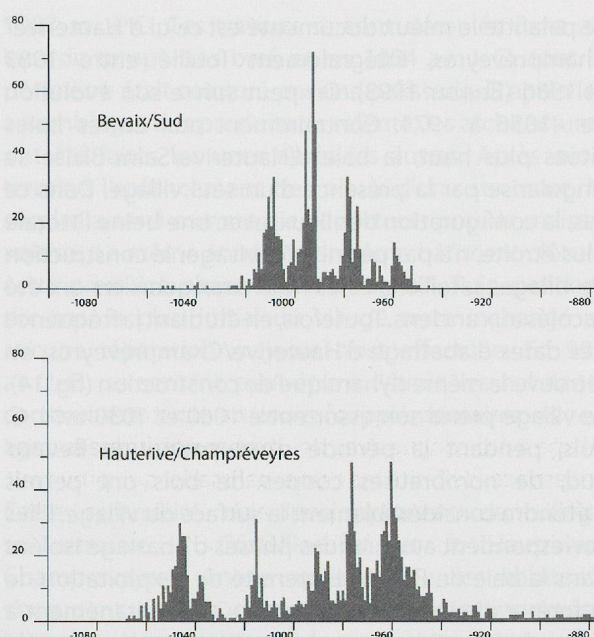


Figure 14. Les fréquences annuelles des dates d'abattages à Bevaix/Sud et Hauterive/Champgréveyres. Des parallèles existent dans le développement des deux villages.

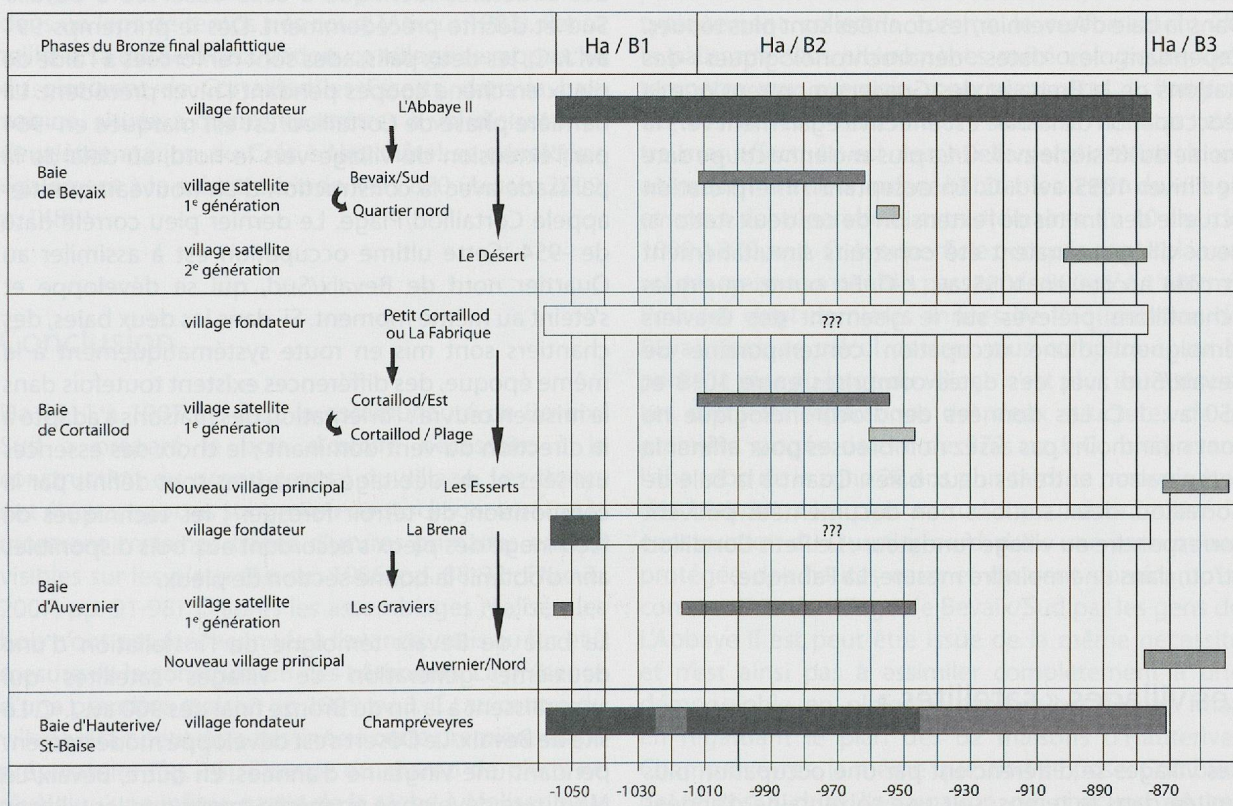


Figure 15. Modèle théorique d'occupation des baies le long du littoral neuchâtelois au Bronze final. Le concept proposé pour la baie de Bevaix entre « villages fondateurs » et « villages satellites » trouve des parallèles importants dans les autres baies. Pour Hauterive/Champgréveyres, les deux périodes avec des abattages massifs sont marquées en gris foncé. Pour la baie de Neuchâtel, un seul bois sur les huit retrouvés a de l'aubier. Mais deux villages peuvent être mis en évidence. Le premier est contemporain aux villages satellites de la première génération et le deuxième aux nouveaux villages de la fin du Bronze final.

Le palafitte le mieux documenté est celui d'Hauterive/Champréveyres, intégralement fouillé entre 1983 et 1986 (BENKERT 1993). On peut suivre son évolution de -1056 à -971. Contrairement aux autres baies citées plus haut, la baie d'Hauterive/Saint-Blaise se singularise par la présence d'un seul village. Dans ce cas, la configuration des lieux, avec une baie littorale plus étroite, n'a pas permis d'envisager la construction de villages satellites, et les nouveaux quartiers ont été accolés aux anciens. Toutefois, en étudiant la fréquence des dates d'abattage d'Hauterive/Champréveyres, on retrouve la même dynamique de construction (fig. 14). Le village prend son essor entre 1060 et 1030 av. J.-C. Puis, pendant la période d'occupation de Bevaix/Sud, de nombreuses coupes de bois ont permis d'étendre considérablement la surface du village. Elles correspondent aux grandes phases d'abattage isolées dans la baie de Bevaix. L'intensité de l'exploitation de la forêt a diminué vers 947 av. J.-C., simultanément à l'abandon du Quartier nord. Le dernier pieu corrélié d'Hauterive/Champréveyres remonte à 871 av. J.-C., ce qui correspond aux dates les plus récentes connues pour les sites de Bevaix/L'Abbaye II et Bevaix/Le Désert. Les deux baies ont été désertées par leurs habitants à quelques années d'intervalle (fig. 15).

Dans la baie d'Auvernier, les données sont plus ténues. Cependant les dates dendrochronologiques des stations de la Brena et des Gravieres montrent que la réoccupation de la baie est effective également vers la moitié du XI^e siècle av. J.-C. La plus ancienne coupe date de l'hiver 1055 av. J.-C. En acceptant l'interprétation actuelle des limites de l'extension de ces deux stations, deux villages auraient été construits simultanément et côte à côte en 1055 av. J.-C. En outre, quelques échantillons prélevés sur le gisement des Gravieres témoignent d'une occupation contemporaine de Bevaix/Sud avec des dates comprises entre 1018 et 950 av. J.-C. Les données dendrochronologique ne sont néanmoins pas assez nombreuses pour affiner la comparaison entre les deux baies. Quant à la baie de Cortaillod, deux stations non documentées peuvent correspondre au village fondateur : Le Petit Cortaillod et/ou, dans une moindre mesure, La Fabrique.

Les villages « satellites »

Ces villages se différencient par une occupation plus limitée dans le temps, soit une soixantaine d'années pour ceux de la première génération (Bevaix/Sud, Cortaillod/Est et probablement Auvernier/ Les Gravieres) et moins d'une trentaine d'années pour les structures architecturales de la seconde génération (Bevaix/Le Désert). Leur localisation, dans le voisinage

immédiat des « villages fondateurs », suggère une appartenance à une même communauté. L'espace à disposition ne manquait pas le long des rives pour l'installation de nouveaux groupes humains. L'exemple le plus frappant est celui de la baie de Saint-Aubin, très fréquentée pendant la période néolithique et qui n'a pas encore fourni un seul bois daté de l'âge du Bronze. Les villages satellites les mieux documentés sont ceux de Bevaix/Sud et Cortaillod/Est, entièrement dégagés lors d'opérations subaquatiques. Ces deux villages jumeaux sont distants de deux kilomètres à vol d'oiseau et se sont développés de façon synchrone. L'abattage des bois a commencé pendant la même saison, l'hiver -1011/-1010 (ARNOLD 1990). Pendant plusieurs années, les habitants de ces deux communautés ont coupé des arbres et stocké les billes de bois en vue du façonnage des pieux pour la réalisation de structures architecturales dans un laps de temps très court (GASSMANN 1989). Entre 1009 et 1004 av. J.-C., le noyau principal des deux sites est terminé. Il comprend notamment une dizaine de maisons et une palissade, en hêtre à Bevaix, et en chêne à Cortaillod. La fréquence annuelle des abattages de Cortaillod/Est (ARNOLD 1990, p. 29, fig. 11) révèle une rythmicité des travaux d'extensions et de réparations des structures identique à celle observée à Bevaix/Sud et décrite précédemment. Dès le printemps 991 av. J.-C., les deux palissades sont renforcées à l'aide de pieux en chêne coupés pendant l'hiver précédent. La dernière phase de Cortaillod/Est est marquée en -964 par l'extension du village vers le nord, au-delà de la palissade avec la construction d'un nouveau quartier appelé Cortaillod/Plage. Le dernier pieu corrélié date de -954. Cette ultime occupation est à assimiler au Quartier nord de Bevaix/Sud, qui se développe et s'éteint au même moment. Si, dans les deux baies, des chantiers sont mis en route systématiquement à la même époque, des différences existent toutefois dans la mise en œuvre : l'orientation des maisons s'adapte à la direction du vent dominant ; le choix des essences utilisées et du débitage des arbres sont définis par la composition du terroir forestier ; les techniques de façonnage des pieux s'accordent aux bois disponibles afin d'obtenir la bonne section de pieux.

La baie de Bevaix témoigne de l'installation d'une deuxième génération de villages satellites qui apparaissent à la fin du Bronze final dès 900 av. J.-C. Le site de Bevaix/Le Désert s'est développé modestement pendant une vingtaine d'années. En outre, Bevaix/Le Moulin se développe en même temps que les villages satellites des deux générations. L'abandon de ces trois gisements, L'Abbaye, Le Désert et le Moulin marque la fin de l'occupation de la baie. Dans celle d'Hauterive/St-Blaise, aucune reprise majeure de l'activité de construction n'a été constatée dans les dernières

décennies du Bronze final. Mais la limite du site à l'est n'a pas été retrouvée et, au large du gisement, de vastes dépressions dues à l'exploitation industrielle des graviers ont peut-être détruit quelques structures (BENKERT 1993, p. 15).

Vers la fin du Bronze final, les villages fondateurs et satellites sont abandonnés au profit de nouveaux villages, caractérisés par une durée d'occupation très courte, d'une vingtaine d'années, mais qui occupent une surface très importante. C'est une nouvelle phase dans la dynamique d'occupation avec une restructuration de l'habitat qui se met en place conjointement entre les différentes baies. Une réorganisation du terroir n'est pas exclue. L'occupation des baies de Bevaix et d'Hauterive/Saint-Blaise est abandonnée définitivement au profit d'un regroupement important localisé dans les baies de Cortaillod, d'Auvernier et de Neuchâtel. Cet essor remarquable à l'extrême fin du Bronze final se retrouve dans le mobilier archéologique qui définit l'ultime phase de la chronologie du Bronze final, Ha/B3. Le site le mieux documenté est celui d'Auvernier/Nord avec 516 pieux dendrodatés entre 878 et 852 av. J.-C. (ARNOLD 2009, p. 129). Pour faire face à cette réorganisation sociale, 24 maisons sont construites dans un laps de temps très court (ARNOLD 1983). Par sa taille et sa durée d'occupation, ce village se rapproche du gisement de Cortaillod/les Esserts, dans la baie voisine, située à quatre kilomètres à vol d'oiseau. La deuxième station du Crêt à Neuchâtel se développe également à la même période, vers 870 (ARNOLD 2009, p. 148).

Conclusion

De 1011 à 1007 av. J.-C., la communauté de Bevaix/Sud a préparé le bois d'œuvre nécessaire à la construction du noyau central du village. Les troncs ont été transportés sur un lieu de stockage, comme le montrent certaines traces d'usures primaires encore visibles sur les pieux (ARNOLD 1986, pp. 88-92 ; PILLONEL 2007, pp. 91-98). D'après les assemblages réalisés, les bois n'ont pas été façonnés à l'avance, mais au fur et à mesure de la construction des bâtiments. La présence d'une première maison en 1009 av. J.-C., au centre du village, était peut-être destinée à cette première étape préparatoire (fig. 16). L'image du champ de pieux ne révèle qu'une infime partie de la tâche à réaliser pour réunir les éléments architecturaux indispensables à la construction d'un habitat. L'aménagement d'une maison ne se limite pas aux pieux porteurs. Ainsi, les habitants ont bénéficié d'un espace à l'abri sur le site pour bâtir les neuf maisons suivantes, dès le printemps

1007 av. J.-C. Ces travaux se sont déroulés dans un laps de temps très bref, et en 1004 av. J.-C., tout le périmètre était ceinturé par une palissade. D'après les assemblages des produits de refente, les architectures ont été faites les unes après les autres. Après avoir terminé l'enfoncement des pieux d'une structure, le surplus a servi comme pieux porteurs pour la maison voisine. La même année, le onzième bâtiment clôture cette première phase de construction. Puis, pendant dix ans, le plan initial du village reste inchangé et aucune réparation majeure n'est effectuée. En 995 av. J.-C., se sentant peut-être à l'étroit, les habitants construisent trois maisons supplémentaires et en agrandissent cinq autres.

Cette rythmicité du développement du village se retrouve à Cortaillod/Est et à Hauterive/Champgréveyres. Année après année, les habitants s'occupent de leur demeure en ajoutant ponctuellement quelques renforts à leur structure. Néanmoins, les grands travaux d'entretien, qui ont lieu environ tous les dix à quinze ans, semblent être le fruit d'un effort résolument communautaire. Les extensions, les reconstructions se font uniquement lors de ces grandes phases d'abattage. Elles sont accompagnées par la réalisation de nouvelles structures, ou de travaux typiquement collectifs comme le renforcement de la palissade. Des phénomènes météorologiques, des tempêtes par exemple, pourraient être à l'origine de ces réveils décennaux. Mais le résultat des travaux effectués est essentiellement destiné à un accroissement de la surface habitable au sein du village et non à des réparations extraordinaires. En 40 ans, de 1009 à 970 av. J.-C., la superficie occupée par le plan au sol des maisons a doublé, passant de 800 m² à 1'600 m². Pour les vingt dernières années de fréquentation de Bevaix/Sud, ce calcul devient plus compliqué, car la partie la plus au large du village n'est plus entretenue. Les dernières réparations des deux structures de la première rangée datent de 972 av. J.-C., bien avant l'abandon de la zone 20 ans plus tard. Le mauvais état des bâtiments les plus au sud a peut-être motivé la construction du Quartier nord, dans une zone mieux protégée des hautes eaux et du vent dominant. La construction du village de Bevaix/Sud par les gens de l'Abbaye II est peut-être issue de la même nécessité et n'est ainsi pas à assimiler complètement à une démographie en pleine expansion au Bronze final. En regardant le plan des 62 maisons d'Hauterive/Champgréveyres, la même question se pose. Combien de temps a duré l'occupation de chacune de ces architectures ? Une étude approfondie des phases d'entretien permettrait de mesurer l'importance réelle de ce village qui a traversé tout le Bronze final et qui s'apparente à Bevaix/L'Abbaye, deux villages fondateurs à l'origine de la recolonisation de leur baie

Structures		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15 Quartier nord	M16 Quartier nord	M17 Quartier nord
Années	Phase 1	-1009								C								
		-1008																
		-1007	C	C	C	C	C	C	C		C							
		-1006																
		-1005																
	Phase 2	-1004									C							
		-1003																
		-1002																
		-1001																
		-1000																
		-999			R				R									
		-998	R															
		-997			R	R				R								
		-996										R						
		-995	R			R	R	R		R		R						
		-994		EX		EX	R	R	R		R	R	C					
		-993								R								
		-992			R						R							
		-991	EX	EX	EX			EX	EX	R			C	C				
		-990			R						R							
		-989																
		-988			R													
		-987																
		-986																
		-985							R									
		-984																
		-983																
		-982																
		-981																
		-980				R						R	R					
		-979																
	Phase 3	-978	R	R		R		R	R	R								
		-977			R	R			REC				R					
		-976								REC			R					
		-975			R	R												
		-974					R	R		R	R		R					
		-973			R			EX			EX			EX	REC			
		-972				R			R									
		-971																
		-970																
		-969																
	Phase 4	-968									R		R					
		-967			R				R									
		-966	R						REC	R								
		-965								R								
		-964				R												
		-963			R	EX												
		-962																
		-961																
		-960																
		-959																
	Phase 5	-958										R						
		-957														C	C	
		-956																
		-955																
		-954																
		-953																C
		-952																

respective. En se penchant sur la baie de Cortaillod, nous trouvons Cortaillod/Est, le village jumeau de Bevaix/Sud. Leur développement architectural est chronologiquement identique. Les grandes coupes de bois coïncident à la saison près. Des affinités n'existent pas seulement entre les villages contemporains de la même baie, mais des liens poussent les habitants de deux différentes baies à interagir continuellement, pendant les soixante ans que dure l'occupation de leurs villages.

Les données dendrochronologiques actuellement disponibles permettent d'élaborer un modèle d'occupation des baies, malgré la qualité inégale des informations d'une station à l'autre. Cependant, si des incertitudes demeurent, les similitudes observées dans la dynamique d'occupation sont trop nombreuses pour ne pas tenter de les intégrer à un modèle, même théorique. L'importance des villages n'est pas la même : les premiers construits, vers 1055 av. J.-C., sont les seuls villages lacustres à avoir traversé tout le Bronze final palafittique avec une occupation ininterrompue, semble-t-il, d'environ 180 ans (1055-870 av. J.-C.). Le meilleur exemple est Hauterive/Champréveyres. C'est aussi un cas particulier, puisque nous assistons au développement d'un seul village, mais qui démontre la même dynamique de construction que celle des autres baies. La période la plus intense est contemporaine de la construction des villages satellites de Bevaix/Sud ou Cortaillod/Est. Le seul bémol dans son activité de construction est l'absence d'accroissement important à la fin du Bronze final (PILLONEL 2007, p. 19, fig. 10). Nous n'avons pas mis au jour dans son développement global l'équivalent du village de la seconde génération présent dans la baie de Bevaix, ni des nouveaux villages Ha/B3 qui émergent vers 870 av. J.-C.

L'abandon de Bevaix/Sud et de Cortaillod/Est est précédé de l'implantation d'un nouveau groupe de structures, au nord des stations et au-delà de la palissade qui se développera pendant une dizaine d'années. L'exemple de Bevaix/Sud montre que les constructions les plus au large sont les premières à n'être plus entretenues. L'implantation d'un nouveau quartier au nord des deux sites est peut-être à mettre en relation avec une remontée des eaux qui a nécessité, dès -950, un regroupement des gens dans le village fondateur qui, lui, continue de fonctionner comme le démontrent les dates dendrochronologiques de Bevaix/L'Abbaye II.

L'extrême fin de l'âge du Bronze est marquée par une refonte du modèle d'occupation par baie. Les villages fondateurs et satellites s'éteignent et sont remplacés par de grandes stations qui, par leur taille, pourraient permettre un regroupement de la population. Une réorganisation de l'habitat qui dépasserait désormais le noyau de la baie. La dynamique d'occupation a prouvé que les habitants interagissaient déjà fortement entre les baies. Un village comme Cortaillod/Les Esserts, dont la surface est estimée à près de deux hectares (ARNOLD 2009, p. 106), a pu permettre un regroupement de la population de la baie de Bevaix et de Cortaillod, avec, par la même occasion, un remodelage du terroir exploité. Vingt ans plus tard, vers 850 av. J.-C., les habitants quittent définitivement les rives du littoral neuchâtelois pour s'installer, ailleurs, dans l'arrière-pays.

Remerciements

Les travaux de recherche de Bevaix/Sud n'auraient pas été réalisables sans l'importante subvention de l'Office fédéral de la Culture. J'exprime ma gratitude à Béat Arnold, archéologue cantonal, pour m'avoir accordé sa confiance et avec qui j'ai collaboré étroitement pour l'étude du gisement de Bevaix/Sud. Je le remercie pour ses précieuses remarques lors de la rédaction de cet article. J'exprime ma reconnaissance à Patrick Gassmann, Sonia Wüthrich, Gianna Reginelli Servais, François-Xavier Chauvière, Alexander von Burg et Charlotte Lambelet pour leur esprit critique et constructif lors de la relecture du texte, à Daniel Pillonel pour son aide précieuse pour l'approche du matériel ligneux, Philippe Zuppinger pour sa contribution à la réalisation des figures et Jeannette Kraese pour la traduction en anglais du résumé.

Figure 16 (page de gauche). Bevaix/Sud. Rythmicité des interventions annuelles par maison. C (construction), R (réparation), EX (extension), REC (reconstruction).

Notes

1. La fouille a été dirigée par l'archéologue cantonal Bêat Arnold. Le responsable technique était Jean-Daniel Renaud secondé par Laurent Matthey. Cinq plongeurs (-euses) ont complété l'équipe, Frédéric Brenet, Florence Cattin, Xavier Cocoz, Jeannette Kraese et Fabien Langenegger. La documentation photographique de qualité a été effectuée par Marc Juillard et la conservation du matériel ligneux a été confiée à Géraldine Voumard.
2. Nous avons repris l'idée de cette technique au laboratoire de dendrochronologie d'Hemmenhofen.
3. Projet FNSRS n° 10.2344.87. Les échantillons ont été prélevés et mesurés par Patrick Gassmann et Daniel Pillonel. Il a donné lieu à un travail de diplôme non publié de Stéphane Emery en 1993. Les échantillons issus des placettes de la commune de Neuchâtel ont été prélevés et mesurés par l'auteur.

Bibliographie

- ARNOLD B. 1983, « Les 24 maisons d'Auvernier-Nord », *Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie*, 66, pp. 87-104.
- ARNOLD B. 1986, *Cortailod-Est, un village du Bronze final, 1. Fouille subaquatique et photographie aérienne*, Saint-Blaise, Éd. du Ruau (Archéologie neuchâteloise, 1).
- ARNOLD B. 1990, *Cortailod-Est et les villages du lac de Neuchâtel au Bronze final. Structure de l'habitat et proto-urbanisme*, Saint-Blaise, Éd. du Ruau (Archéologie neuchâteloise, 6).
- ARNOLD B. 2009, *À la poursuite des villages lacustres neuchâtelois : un siècle et demi de cartographie et de recherche*, Neuchâtel, Office et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 45).
- ARNOLD B. et LANGENEGGER F. 2012, *Plateau de Bevaix, 8. Bevaix-Sud : plongée dans le passé, fouille subaquatique d'un village du Bronze final*, Neuchâtel, Office et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 50).
- BAILLIE M.G. et PILCHER J.R. 1973, « A simple crossdating program for tree-ring research », *Tree-ring Bulletin*, 33, pp. 7-14.
- BENKERT A. 1993, *Hauterive-Champréveyres, 8. Les structures de l'habitat au Bronze final, zone A*, Neuchâtel, Service et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 16).
- BERNARD V. 1998, *L'homme, le bois et la forêt dans la France du nord entre le mésolithique et le haut Moyen-Âge*, Oxford, Archeopress (British Archeological Reports (BAR), International Series, 733).
- BILLAMBOZ A. 2004, « Approche paléodendroécologique des constructions palafittiques de l'Âge de métaux dans le sud-ouest de l'Allemagne », dans RICHARD H., MAGNY M. et MORDANT C. (dir.), *Environnements et cultures à l'âge du Bronze en Europe occidentale (actes du 129^e congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Besançon, 2004)*, Paris, Éd. du CTHS (Documents préhistoriques, 21), pp. 57-69.
- EMERY S. 1993, *Influence du milieu sur la croissance radiale du chêne rouvre (Quercus petraea)*, Neuchâtel, Laboratoire d'écologie végétale de l'Institut de Botanique (Université de Neuchâtel) et laboratoire de dendrochronologie du Musée cantonal d'archéologie. (Mémoire de licence, non publié).

- FRITTS H.C. 1976, *Tree rings and climate*, London, Academic press.
- GASSMANN P. 1989, « Le stockage du bois sur le site Bronze final de Cortaillod-Est », *Dendrochronologia*, 7, pp. 105-121.
- GASSMANN P. 1991, « Datation des couches archéologiques par l'analyse dendrochronologique des éclats de bois et chutes de taille », *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie*, 74, pp. 183-194.
- GASSMANN P., LAMBERT G. et al. 1996, « Pirogues et analyses dendrochronologiques », dans ARNOLD B., *Pirogues monoxyles d'Europe centrale : construction, typologie, évolution*, tome 2, Neuchâtel, Service et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 21), pp. 89-127.
- GASSMANN P. 1999, « Chênes de forêt et chênes de lisière », dans ARNOLD B., *Altaripa. Archéologie expérimentale et architecture navale gallo-romaine*, Neuchâtel, Service et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 25), pp. 62-67.
- GASSMANN P. 2009, « Dendrochronologie », dans THEW N., HADORN PH. et RUSSEL COOPE G., *Hauterive/Rouges-Terres. Reconstruction of Upper Palaeolithic and Early Mesolithic natural environments*, Neuchâtel, Office et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 44), pp. 38-51.
- GIRARDCLOS O. 1999, *Dendrochronologie du chêne, influences des facteurs stationnels et climatiques sur la croissance radiale, cas des sols hydromorphes et des climats atlantiques. Applications paléo-écologiques aux bois subfossiles du marais de Brière (44)*, Besançon, Université de Franche-Comté (Thèse de doctorat, non publiée).
- KIMMIG W. 1992, *Die « Wasserburg Buchau » : eine spätbronzezeitliche Siedlung*, Stuttgart, Forschungsgeschichte, Kleinfunde, Theiss.
- LAMBERT G. et LAVIER C. 1990, « Dendrochronologie et préhistoire », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 87, pp. 143-152.
- MUNAUT A. V. 1978, « La dendrochronologie, une synthèse de ses méthodes et applications », *Lejeunia, Revue de botanique*, n. s. 91, pp. 1-47.
- PILLONEL D. 1997, « Les bois à vermiculures », dans PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), III. Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, Paris, Éd. de la Maison des Sciences de l'Homme (coll. Archéologie et Culture matérielle), pp. 119-121.
- PILLONEL D. 2007, *Hauterive-Champréveyres, 14. Technologie et usage du bois au Bronze final*, Neuchâtel, Office et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 37).
- PILLONEL D. 2011, « Entre lac et montagne, un terroir de proximité. Exploitation du paysage forestier : l'exemple d'Hauterive/Champréveyres, un village du Bronze final », dans STUDER J., DAVID ELBIALI M. et BESSE M. (éds.), *L'impact des activités humaines sur l'environnement, du paléolithique à la période romaine* (actes du colloque du Groupe de travail pour la recherche préhistorique en Suisse, 15-16 mars 2007, Genève), Lausanne, Cahiers d'archéologie romande (Cahiers d'archéologie romande, 120), pp. 45-53.
- VON BURG A. 2004, « Préhistoire du plateau de Bevaix et de la plaine alluviale de l'Areuse: un premier survol », dans COMBE A. et RIEDER J., *Plateau de Bevaix, 1. Pour une première approche archéologique : cadastres anciens et géoressources*, Neuchâtel, Service et musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 30), pp. 13-28.

